

Simulation et analyse numérique du procédé de filage de pièces à base d'alliage de cuivre

R. BOUIDA^a, P. LESTRIEZ^b, S. ZIMMER^c, R. BIGOT^d, K. DEBRAY^e

a. Université de Reims Champagne Ardenne, GRESPI/MAN, 51100 Reims Cedex 2, France
rabeb.bouida@univ-reims.fr

b. Université de Reims Champagne Ardenne, GRESPI/MAN, 51100 Reims Cedex 2, France
philippe.lestriez@univ-reims.fr

c. ARTS ET METIERS Paris Tech Metz, LCFC, 4 rue Augustin Fresnel, 57078 Metz, France
sandra.chevret@ensam.eu

d. ARTS ET METIERS Paris Tech Metz, LCFC, 4 rue Augustin Fresnel, 57078 Metz, France
regis.bigot@ensam.eu

e. Université de Reims Champagne Ardenne, GRESPI/MAN, 51100 Reims Cedex 2, France
karl.debray@univ-reims.fr

Résumé:

Au cours du filage à chaud du cupro-aluminium, la forme désirée de la pièce est obtenue par la déformation plastique du lopin initial. La qualité de la pièce finale dépend de différents paramètres mis en jeu au cours du filage, en particulier, la température initiale du lopin et des outils, le coefficient de frottement entre le lopin et la matrice. La nature de l'écoulement de la matière et la formation de la zone morte sont d'une importance particulière pour garantir une bonne qualité des pièces filées. Dans ce travail, une étude paramétrique a été faite afin de déterminer l'effet et l'importance de chaque paramètre à l'aide de simulations 2D sous le logiciel FORGE[®].

Abstract

During hot extrusion of aluminium bronze, the quality of the extruded product depends on the process parameters such as billet and container's initial temperature, friction, etc. Material flow and dead metal zone formation are of particular importance for the extruded part quality. In the present work, an attempt was made to predict the defects source by the means of 2D Finite Element Method (FEM) simulation using FORGE[®] software. For this purpose, a parametric study was performed in order to investigate the effect on each parameter on the extrusion process.

Mots clefs : filage, simulation numérique, zone morte

L'optimisation du filage à chaud des matériaux à base d'alliage de cuivre et d'aluminium, a été le sujet de plusieurs études. Bastani et al [1] ont montré que pour avoir une bonne qualité des pièces filées, il faut garantir des conditions de filages iso-thermiques. Or, cette condition n'est pas réalisable avec un lopin à haute température, puisque la température, la vitesse et la déformation ne sont pas stables au cours du filage car ce processus complexe modifie les effets de chaleur (génération, perte) notamment à cause des frottements à l'interface lopin-outils. Plusieurs types de défauts peuvent apparaître au cours du filage à chaud, tels que les arrachements, les criques de surfaces, les rayures. Les pièces présentant ce type de défaut nécessitent des usinages et rectification après le filage. Certains défauts peuvent être évités en remplaçant la filière plate par une filière angulaire [2]. Le souci dans ce cas, c'est une perte importante de volume de matière par rapport à l'utilisation de la filière plate.

Dans ce travail, une étude paramétrique a été faite à l'aide de simulations 2D sous le logiciel FORGE®. Le but de cette étude est de déterminer les paramètres pilotant le procédé de filage et de comprendre l'origine des défauts qui apparaissent sur les pièces filées. Cette étude sera par la suite utilisée comme support à l'établissement du plan d'expériences sur lequel sera basée la validation expérimentale.

L'étude montre que les paramètres pilotant le procédé de filage à chaud sont : la vitesse de filage, le coefficient de frottement et la température initiale des outils. Nous mettons en évidence que l'homogénéité de l'écoulement de la matière est liée à la taille de la zone où la vitesse du flux de la matière est quasi nulle (zone morte, ZM). Afin d'avoir une bonne qualité de l'extrudât, il faut contrôler la taille de cette zone morte. En effet, l'écoulement de la matière au cours du filage se décompose en trois zones (Figure1):

- zone 1 : zone de déformation située au centre de la pièce,
- zone 2 : zone intermédiaire qui sépare les deux autres zones,
- zone 3 : zone de matière morte au niveau de contact du lopin avec la filière et le conteneur.

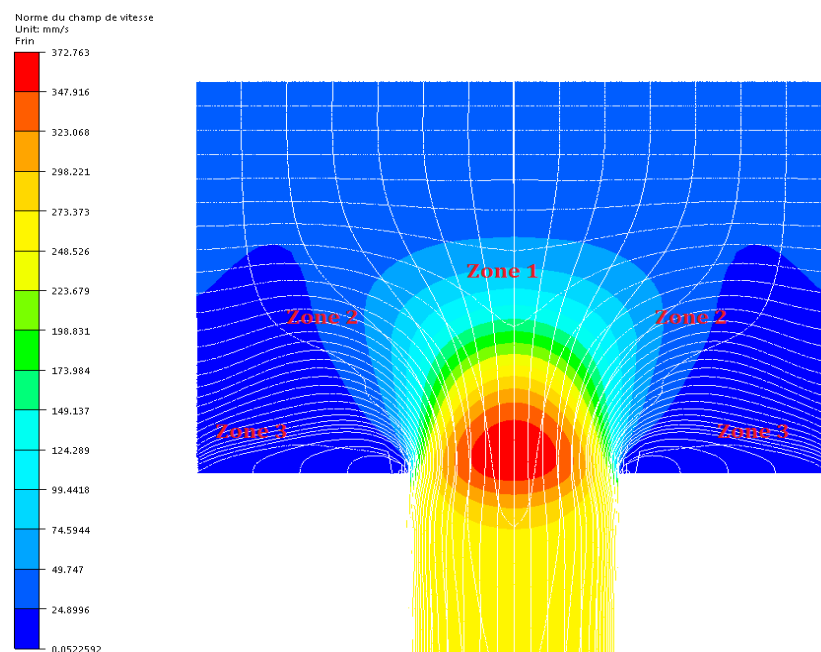


Figure 1: Champ de vitesse de la matière lors du filage : illustration des trois zones d'écoulement

La matière contenue dans la zone 2 forme la surface externe de la pièce filée. Vu que cette zone est en contact avec la ZM, les différences de température et de vitesse d'écoulement entre les deux zones peuvent entraîner des défauts tels que les arrachements et les criques de surface. En effet, des morceaux de la ZM peuvent s'arracher et s'écouler avec la zone 2.

Ce travail a permis de définir les paramètres prépondérants lors du filage à chaud des alliages de cuivre. Les résultats numériques du plan d'expérience illustrent l'évolution de la ZM en fonction de ces paramètres. Ces résultats nous permettront de proposer un dispositif expérimental qui validera toute la méthodologie de gestion de la zone morte.

Références:

- [1] A.F. Bastani, T. Aukrust, S. Brandal, Optimisation of flow balance and isothermal extrusion of aluminium using finite-element simulations, *Journal of Materials Processing Technology* 211 (2011) 650–667.
- [2] Y. Mahmoodkhani, M.A. Wells, N. Parson, W.J. Poole, Numerical modelling of the material flow during extrusion of aluminium alloys and transverse weld formation, *Journal of Materials Processing Technology* 214 (2014) 688–700
- [3] L. Li, J. Zhou, J. Duszczek, Prediction of temperature evolution during the extrusion of 7075 aluminium alloy at various ram speeds by means of 3D FEM simulation, *Journal of Materials Processing Technology* 145 (2004) 360–370.